

1/5/1 (Item 1 from file: 351)  
DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

007821440 \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1989-086552/ 198912  
XRPX Acc No: N89-065978

**Optical sensor with good object discrimination capability - has two light receiver systems symmetrically placed w.r.t. transmission system, and dual zone detectors**

Patent Assignee: SICK OPTIK ELEKTRONIK ERWIN (SIOP )

Inventor: FETZER G; MEINERT T

Number of Countries: 009 Number of Patents: 006

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 3729334	A	19890316	DE 3729334	A	19870902	198912 B
EP 307714	A	19890322	EP 88114135	A	19880830	198912
DE 3729334	C	19890727				198930
US 4899041	A	19900206	US 88239732	A	19880902	199012
EP 307714	B1	19930113	EP 88114135	A	19880830	199302
DE 3877472	G	19930225	DE 3877472	A	19880830	199309
			EP 88114135	A	19880830	

Priority Applications (No Type Date): DE 3729334 A 19870902

Cited Patents: DE 2800451; DE 3147525; FR 2235356; GB 2021893; JP 57037209;  
2.Jnl.Ref

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 3729334	A		8		
EP 307714	A	G			
	Designated States	(Regional):	BE CH DE FR GB LI NL SE		
US 4899041	A		6		
EP 307714	B1	G	8	G01S-017/02	
	Designated States	(Regional):	BE CH DE FR GB LI NL SE		
DE 3877472	G			G01S-017/02	Based on patent EP 307714

Abstract (Basic): DE 3729334 A

Each of two light receiver systems, are on each side of a light transmission system, has a lens which collects light scattered back from an object to be detected along receiver system axes symmetrical w.r.t. and in the same plane as the transmission axis. Each receiver system has a light sensitive element with a sensing region detection zone and a background light detection zone.

Object detection involves additive superposition of signals from the zones and differencing the two summation signals. The background region (H) is associated with a central detection zone (EH) supplies by both lenses (14) via two fixed deflection mirrors (22) and a triangular mirror (18) for additive signal transfer. The triangular mirror (18) can be moved along the transmission system axis (Xo) for adjustment of the angle between the receiver system axes (X1, X2).

ADVANTAGE - Compact and contains economical optical and electronic parts. Sensing range can be precisely defined and varied over wide range of adjustment and good object discrimination is achieved, esp. of objects with inhomogeneous reflection properties.

1/1

Title Terms: OPTICAL; SENSE; OBJECT; DISCRIMINATE; CAPABLE; TWO; LIGHT;  
RECEIVE; SYSTEM; SYMMETRICAL; PLACE; TRANSMISSION; SYSTEM; DUAL; ZONE;  
DETECT

Derwent Class: P81; S02; S03

International Patent Class (Main): G01S-017/02

International Patent Class (Additional): G01B-011/00; G01C-003/08;  
G01S-007/48; G01S-017/46; G02B-017/00

File Segment: EPI; EngPI



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 37 29 334.6  
②② Anmeldetag: 2. 9. 87  
②③ Offenlegungstag: 16. 3. 89

DE 37 29 334 A 1

⑦① Anmelder:

Erwin Sick GmbH Optik-Elektronik, 7808 Waldkirch,  
DE

⑦④ Vertreter:

Manitz, G., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Finsterwald, M.,  
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 8000 München;  
Rotermund, H., Dipl.-Phys., 7000 Stuttgart; Heyn, H.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München

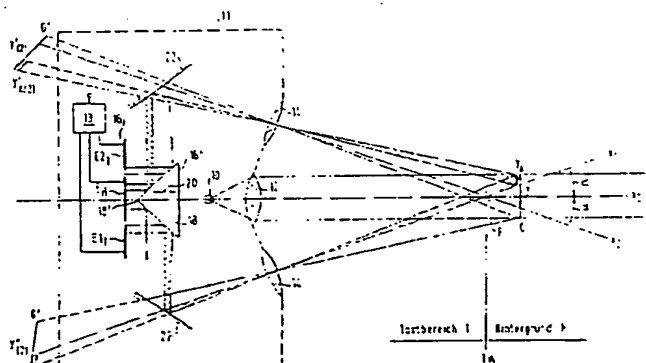
⑦② Erfinder:

Fetzer, Günter, Dipl.-Ing., 7803 Gundelfingen, DE;  
Meinert, Thomas, Dipl.-Ing., 7830 Emmendingen, DE

Rechercheantrag gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt

⑤④ Lichttaster

Der Lichttaster besitzt einen Lichtsender (10, 12), der Licht entlang einer Sendesystemachse ( $x_0$ ) abstrahlt, und zwei Lichtempfangssysteme (12, 14), die von einem zu detektierenden Objekt (g) rückgestreutes Licht entlang einer Empfangssystemachse ( $x_1, x_2$ ) aufnehmen. Ein lichtempfindliches Element (16) weist drei in einer Reihe angeordnete Detektionszonen ( $E_{1T}, E_{1H}, E_{2T}$ ) auf, von denen die äußeren ( $E_{1T}, E_{2T}$ ) Licht über je eines der Empfangssysteme (12, 14) aus einem Tastbereich (T), und die zentrale Detektionszone ( $E_{1H}$ ) Licht über beide Lichtempfangssysteme aus einem Hintergrunds-bereich (H) des Lichttastersichtfelds aufnimmt. Ein zur Gegenstandserkennung herangezogenes Ausgangssignal wird durch additive Überlagerung von Signalen der dem Tastbereich (T) zugeordneten Detektionszonen ( $E_{1T}, E_{2T}$ ) und Differenzbildung mit einem Signal der dem Hintergrunds-bereich (H) zugeordneten Detektionszone ( $E_{1H}$ ) erhalten. Die Tastweite (TW) wird durch Verstellen eines dem lichtempfindlichen Element (16) vorgeordneten Dachkantspiegels (18) eingestellt.



DE 37 29 334 A 1

1. Lichttaster mit einem eine Lichtquelle und eine Sendeoptik aufweisenden Lichtsender, der Licht entlang einer Sendesystemachse abstrahlt, und mit zwei auf entgegengesetzten Seiten des Lichtsenders neben diesem angeordneten Lichtempfangssystemen mit je einem Objektiv, die von einem zu detektierenden Objekt rückgestreutes Licht entlang von Empfangssystemachsen aufnehmen, die symmetrisch zu der Sendesystemachse mit dieser in einer Ebene liegen, wobei die Empfangssysteme je ein lichtempfindliches Element mit zwei Detektionszonen enthalten, von denen eine Licht im wesentlichen aus einem Tastbereich und die andere Licht im wesentlichen aus einem Hintergrundsgebiet des Lichttastersichtfelds aufnimmt und wobei ein zur Gegenstandserkennung herangezogenes Ausgangssignal durch additive Überlagerung von Signalen aus den dem Tastbereich zugeordneten Detektionszonen und den dem Hintergrundsgebiet zugeordneten Detektionszonen und Differenzbildung der beiden Summensignale erhalten ist, dadurch gekennzeichnet, daß dem Hintergrundsgebiet ( $H$ ) eine mittlere Detektionszone ( $E_H$ ) zugeordnet ist, der von beiden Objektiven (14) aufgenommenes Empfangslicht mittels zweier fest angeordneter Umlenkspiegel (22) und eines dazwischen befindlichen Dachkantspiegels (18) zur additiven Signalüberlagerung überstellt wird, wobei der Dachkantspiegel (18) längs der Sendesystemachse ( $x_0$ ) zwecks Einstellung des Winkels zwischen den Empfangssystemachsen ( $x_1, x_2$ ) verstellbar ist.

2. Lichttaster nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dachkante (18') des Dachkantspiegels (18) auf der Sendesystemachse ( $x_0$ ) liegt und der mittleren Detektionszone ( $E_H$ ) zugewandt ist.

3. Lichttaster nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Dachkantwinkel durch die Sendesystemachse ( $x_0$ ) halbiert wird.

4. Lichttaster nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Dachkantspiegel (18) einen Scheitelwinkel von  $90^\circ$  hat.

5. Lichttaster nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß drei photoelektrische Detektionszonen  $E_{1T}, E_H, E_{2T}$  in einer Reihe angeordnet sind, wobei die mittlere ( $E_H$ ) bei den Lichtempfangssystemen zugeordnet ist.

6. Lichttaster nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Auswerteelektronik (13) ein Ausgangssignal durch Differenzbildung einer Summe von Signalen der äußeren Detektionszonen ( $E_{1T}, E_{2T}$ ) und eines Signals der mittleren Detektionszone ( $E_H$ ) bildet.

7. Lichttaster nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Dachkantspiegel (18) parallel zur Sendesystemachse ( $x_0$ ) in Richtung auf die Fotodetektoranordnung (16) hin bzw. davon weg verstellbar ist.

8. Lichttaster nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfangsachsen ( $x_1, x_2$ ) durch einen Mittelstrahl bestimmt sind, der durch den Scheitel des Objektivs (14) und den Mittelpunkt einer der Trennlinien zwischen den drei Detektionszonen ( $E_{1T}, E_H, E_{2T}$ ) bzw. deren durch Dachkantspiegel und Umlenkspiegel (22) erzeugte virtuellen Bilder hindurchgeht.

9. Lichttaster nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als lichtempfindliches Element ein ortsselektiver Fotodetektor, insbesondere ein Fotodiodenarray, vorgesehen ist.

10. Lichttaster nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel bei der Mittelstellung des Dachkantspiegels zwischen etwa  $2^\circ$  und  $45^\circ$ , vorzugsweise  $2^\circ$  und  $10^\circ$  beträgt.

11. Lichttaster nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel zwischen  $1^\circ$  und  $15^\circ$ , vorzugsweise  $1^\circ$  und  $5^\circ$ , durch Verschiebung des Dachkantspiegels (18) veränderbar ist.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Lichttaster nach der Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Ein solcher Lichttaster ist aus der Praxis bekannt. Er kann auf den Prospekt "National MQ-Dreistrahl-Schalter Fotoelektrische Schalter der 2. Generation" der SDS-Relais AG, Deisenhofen, verwiesen werden. Bei diesem Lichttaster sind die Detektionszonen durch von einander separate lichtempfindliche Flächen realer Fotodetektoren gebildet, die unter beträchtlichem Abstand im Gehäuse des Lichttasters untergebracht sind. Damit geht ein platzaufwendiger Aufbau einher. Die Signalauswertung erfolgt durch rein elektronische Signaladdition, logarithmische Verstärkung der Summensignale und anschließende Differenzbildung. Das erhaltene Differenzsignal wird zur Abstandsmessung mit einem vorgegebenen Referenzpegel verglichen, durch dessen Veränderung sich die Tastweite einstellen läßt. Nachteilig dabei ist, daß elektronische Pegelschwankungen das Meßergebnis verfälschen können. Es bedarf daher einer vergleichsweise aufwendigen Nachweiselektronik, um die gewünschte Meßgenauigkeit zu gewährleisten.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Lichttaster der genannten Art anzugeben, der es bei optisch und elektronisch unaufwendigem, kompakten Aufbau erlaubt die Tastweite innerhalb eines großen Stellbereichs präzise vorzugeben und zu verändern, wobei eine gute Objektdiskriminierung insbesondere von Objekten mit inhomogenen Reflexionseigenschaften und/oder nur teilweise in den Sendelichtstrahl fallenden Objekten sowie eine gute Hintergrundaussblendung und Abstandsselektivität gewährleistet sein soll und wobei die Anzahl verstellbarer Bauteile auf ein Minimum herabgesetzt ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe sind die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruches 1 vorgesehen.

An der erfindungsgemäß vorgesehenen gemeinsamen Detektionszone erfolgt eine additive Überlagerung des von den beiden Lichtempfangssystemen aufgenommenen Strahlungsflusses auf optischem Weg. Man spart so einen Fotodetektor und eine elektronische Signaladdition und erreicht einen entsprechend einfachen Aufbau. Ein weiterer Vorteil ist, daß alle Fotodetektoren räumlich dicht benachbart liegen. Sie können dadurch insbesondere auf einem einzigen Trägersubstrat realisiert sein, was herstellungstechnische Vorteile bringt. Der Anschluß der Fotodetektoren an die elektronische Auswerteschaltung gestaltet sich ebenfalls besonders einfach. Nicht zuletzt ist bei geeigneter Strahlführung ein kompakter Aufbau des erfindungsgemäßen Lichttasters möglich.

In einer bevorzugten Bauform sind die Detektionszonen durch drei Fotodetektoren in einer Reihe verwirklicht, wobei der mittlere den gemeinsamen Fotodetektor beider Lichtempfangssysteme darstellt. Der mittlere Fotodetektor ist dem Hintergrundsbereich des Lichttasters zugeordnet. Das Ausgangssignal wird durch Differenzbildung zwischen einer Summe von Signalen der äußeren Fotodetektoren und eines Signals des mittleren Fotodetektors erhalten.

Die Umlenkoptik des erfindungsgemäßen Lichttasters enthält einen vor der Fotodetektoranordnung liegenden Dachkantspiegel, dessen Halbseiten zu je einem der Lichtempfangssysteme gehören. Der Dachkantspiegel kann einen Scheitelwinkel von  $90^\circ$  haben. Er läßt sich parallel zu der Sendesystemachse in Richtung auf die Fotodetektoren hin bzw. davon weg verstellen. Damit wird die Möglichkeit einer einfachen Änderung des Winkels zwischen den Systemachsen zur Einstellung der gewünschten Tastweite eröffnet. Die optoelektronischen Bauelemente des Lichtsenders und der Lichtempfangssysteme bleiben dabei fest, was im Hinblick auf Montage, Justierung und Entstörung des Lichttasters wesentliche Vorteile bietet.

Zu jedem der Lichtempfangssysteme gehört ein gehäusefestes Objektiv und ein gehäusefester, vorzugsweise ebener Umlenkspiegel, der Licht zu dem verstellbaren Dachkantspiegel hin reflektiert. Die Empfangssystemachsen sind durch einen Mittelstrahl bestimmt, der durch den Scheitel des Objektivs und den Mittelpunkt einer der Trennlinien zwischen den drei Fotodetektoren hindurchgeht. Bei Verstellung des Dachkantspiegels wird der Auftreffpunkt dieses Mittelstrahls auf den feststehenden Umlenkspiegeln verschoben, wodurch sich bei festem Objektiv der Winkel zwischen den Systemachsen ändert.

In einer weiteren Ausführungsform ist als lichtempfindliches Element des Lichttasters ein ortsselektiver Fotodetektor, insbesondere ein Fotodiodenarray, vorgesehen. Der Lichttaster wird damit von einem Gerät mit definierter Tastweite zu einem Abstandstaster, also einem Abstandsmeßgerät, ausgebaut.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Die einzige Abbildung zeigt schematisch den Strahlengang bei einem erfindungsgemäßen Lichttaster.

Der Lichttaster hat eine Lichtquelle 10 und eine Sendeoptik 12, die ein paralleles Lichtbündel aus einer Lichtaustrittsöffnung in der Frontseite eines gestrichelt angedeuteten Lichttastergehäuses 11 austreten läßt. Die Systemachse des Lichtsenders 10, 12 ist mit  $x_0$  bezeichnet. Sie schneidet sich in einem gemeinsamen Punkt  $P$  mit den Systemachsen  $x_1$  und  $x_2$  zweier Empfangssysteme, zu denen je ein auf der einen bzw. anderen Seite der Sendeoptik 12 in der Frontseite des Lichttastergehäuses 11 angeordnetes Empfangsobjektiv 14 und ein dahinter im Inneren des Lichttastergehäuses 11 angebrachter ebener Umlenkspiegel 22 gehören. Beiden Empfangssystemen ist überdies ein Dachkantspiegel 18 und ein lichtempfindliches Element 16 zugeordnet. Die Empfangssystemachsen  $x_1$ ,  $x_2$  liegen mit der Sendesystemachse  $x_0$ , die die Hauptachse des Lichttasters darstellt, in einer Systemebene, die mit der Zeichnungsebene identisch ist, und sie schließen mit der Sendesystemachse entgegengesetzt gleiche Winkel  $\alpha$  ein. Der Schnittpunkt der Systemachsen  $x_0$ ,  $x_1$  und  $x_2$  markiert die Tastweite  $TW$  des Lichttasters, d. h. die Grenze zwischen einem Tastbereich  $T$  und einem Hintergrundsbereich  $H$ . Innerhalb des Tastbereichs in den Sendelichtstrahl gelangen

de Objekte sollen zu einem Ansprechen des Lichttasters führen, während im Hintergrundsbereich  $H$  befindliche Objekte nicht erfaßt werden sollen.

Das lichtempfindliche Element 16 liegt in mittlerer, symmetrischer Anordnung bezüglich der Sendesystemachse  $x_0$  hinter dem Lichtsender 10, 12. Es ist eben und im wesentlichen in einer senkrecht zur Sendesystemachse  $x_0$  verlaufenden Ebene angeordnet und gegen einen direkten Lichteinfall vom Lichtsender 10, 12 her abgeschirmt. Das lichtempfindliche Element 16 weist drei elektrisch getrennte, in einer Reihe liegende Detektionszonen auf. Eine zentrale Detektionszone  $E_H$  wird von der Sendesystemachse  $x_0$  durchstoßen und erstreckt sich von der Sendesystemachse  $x_0$  innerhalb der Systemebene in entgegengesetzten Richtungen um gleiche Beträge. Daran anschließend sind zwei Detektionszonen  $E_{1T}$ ,  $E_{2T}$  vorgesehen. Zwischen dem lichtempfindlichen Element 16 und der Lichtquelle 10 ist auf der Sendesystemachse  $x_0$  der Querschnitt eines gleichschenkligen, rechtwinkligen Dreiecks aufweisende Dachkantspiegel 18 derart angeordnet, daß die Dachkante  $18'$  auf der Sendesystemachse  $x_0$  gegenüber dem lichtempfindlichen Element 16 liegt und die Grundfläche  $18''$  senkrecht zur Sendesystemachse  $x_0$  verläuft und vom lichtempfindlichen Element 16 abgewandt ist. Der Dachkantspiegel 18 läßt sich zur Einstellung der Tastweite  $TW$  in Pfeilrichtung 20 parallel zu der Sendesystemachse  $x_0$  relativ zum gehäusefesten, lichtempfindlichen Element 16 verstellen.

Die Umlenkspiegel sind zu beiden Seiten des Dachkantspiegels 18 in der Systemebene und auf den Empfangssystemachsen  $x_1$  bzw.  $x_2$  gehäusefest angeordnet. Sie werfen das Empfangslicht im wesentlichen in einer senkrecht auf der Sendesystemachse  $x_0$  stehenden Richtung zu dieser hin. Sämtliche Bauelemente weisen auch eine Erstreckung senkrecht zur Zeichnungsebene auf.

Die Empfangssystemachsen  $x_1$ ,  $x_2$  sind jeweils durch einen gedachten Mittelstrahl bestimmt, der durch den Scheitel des entsprechenden Objektivs 14 und nach Umlenkung am Umlenkspiegel 22 und dem Dachkantspiegel 18 auf die Trennlinie zwischen den zugeordneten Detektionszonen  $E_H$ ,  $E_{1T}$  bzw.  $E_H$ ,  $E_{2T}$  fällt. Bei Verstellen des Dachkantspiegels 18 in Richtung des Doppelpfeiles 20 wird der Auftreffpunkt dieses Mittelstrahls auf dem Umlenkspiegel 22 verschoben, wodurch sich, da das Objektiv 14 gehäusefest ist, der Winkel  $\alpha$  zwischen den Systemachsen  $x_0$ ,  $x_1$  bzw.  $x_0$ ,  $x_2$  und damit die Tastweite  $TW$  ändert. Jeder Umlenkspiegel 22 muß erfindungsgemäß eine dem Stellbereich des Dachkantspiegels 18 entsprechende Längenerstreckung aufweisen.

Die Anordnung und Unterteilung der Detektionszonen  $E_{1T}$ ,  $E_H$ ,  $E_{2T}$  des lichtempfindlichen Elements 16 ist so vorgenommen, daß die äußeren Detektionszonen  $E_{1T}$ ,  $E_{2T}$  über je eines der Empfangssysteme Licht im wesentlichen aus dem Tastbereich  $T$ , und die zentrale Detektionszone  $E_H$  über beide Empfangssysteme zugleich Licht im wesentlichen aus dem Hintergrundsbereich  $H$  des Lichttastersichtfelds aufnimmt. Man erkennt dies zunächst an der Tatsache, daß ein mit den Empfangssystemachsen  $x_1$ ,  $x_2$  zusammenfallender Lichtstrahl genau auf die Trennlinien zwischen der zentralen Detektionszone  $E_H$  und den äußeren Detektionszonen  $E_{1T}$ ,  $E_{2T}$  fällt. Weiter zeigt die Zeichnung exemplarisch einen auf der Sendesystemachse  $x_0$  liegenden, im Hintergrundsbereich  $H$  des Lichttastersichtfelds befindlichen Gegenstand  $G$ , der durch einen Pfeil  $y$  symbolisiert ist. Der Pfeil  $y_A$  repräsentiert eine Oberflächenzone des Gegenstands  $G$ , die stärker reflektierend ist als

seine übrige Oberfläche. Durch die beiden Empfangssysteme und den Dachkantspiegel werden auf dem lichtempfindlichen Element 16 zwei überlagerte Bilder des Gegenstands  $G$  entworfen, was durch schraffierte Strahlengänge angeordnet ist. Die Mittelpunktseiner Bilder liegen symmetrisch in gleichem Abstand bezüglich der Sendesystemachse  $x_0$ . Beide Bilder liegen schwerpunktmäßig auf der dem Hintergrundbereich  $H$  zugeordneten, gemeinsamen Detektionszone  $E_H$ . Bei einem innerhalb des Tastbereichs  $T$  liegenden Gegenstand würden dagegen schwerpunktmäßig die dem Tastbereich  $T$  zugeordneten Detektionszonen  $E_{1T}$ ,  $E_{2T}$  beaufschlagt (nicht dargestellt).

Im Anschluß an den oberen Umlenkspiegel 22 ist das vom Objektiv 14 auf dem lichtempfindlichen Element 16 entworfene Bild  $G'$  des Gegenstands  $G$  visuell wiedergegeben. Ganz entsprechend ist auch die Abbildung durch das untere Empfangssystem dargestellt, wobei das virtuelle Bild mit  $G''$  bezeichnet ist.

Aus der Lage der Bilder  $G'$  und  $G''$  und insbesondere  $y'(2)$ ,  $y'A(2)$  sowie  $y''(2)$ ,  $y''A(2)$  erkennt man, daß die Bildlage auf der einen Seite der Sendesystemachse  $x_0$  an der sich die Detektionszone  $E_{1T}$  befindet, genau umgekehrt wie auf der anderen Seite der Sendesystemachse  $x_0$  ist, an der sich die Detektionszone  $E_{2T}$  befindet. Von der stärker reflektierenden Zone  $y_A$  des Gegenstands  $G$  wird daher zwar im ersten Lichtempfangssystem ein erhöhter Strahlungsfluß auf die dem Tastbereich  $T$  zugeordnete Detektionszone  $E_{1T}$  geworfen. Im zweiten Lichtempfangssystem wird aber umgekehrt die dem Hintergrundbereich  $H$  zugeordnete, gemeinsame Detektionszone  $E_H$  mit dem erhöhten Empfangsstrahlungsfluß beaufschlagt.

Zur Gewinnung eines zur Gegenstandserkennung herangezogenen Ausgangssignals sind die Detektionszonen  $E_H$ ,  $E_{1T}$  und  $E_{2T}$  jeweils an einer Auswerteelektronik 13 angeschlossen, welche ein Summensignal aus den Ausgangssignalen der dem Tastbereich zugeordneten Detektionszonen  $E_{1T}$ ,  $E_{2T}$  sowie die Differenz zwischen diesem Summensignal und dem Ausgangssignal der gemeinsamen, den Hintergrundbereich  $H$  zugeordneten Detektionszone  $E_H$  bildet, an der eine additive Überlagerung des aus dem Hintergrundbereich  $H$  kommenden Empfangsstrahlungsflusses auf optischen Weg erfolgt. Die in der Auswerteelektronik 13 durchgeführten arithmetischen Operationen können durch folgende Formel wiedergegeben werden:

$$S_A = (S_{1T} + S_{2T}) - (S_H)$$

$S_{1T}$ : elektrisches Ausgangssignal der Detektionszone  $E_{1T}$

$S_{2T}$ : elektrisches Ausgangssignal der Detektionszone  $E_{2T}$

$S_H$ : elektrisches Ausgangssignal der Detektionszone  $E_H$

Eine elektronische Summierung von dem Hintergrundbereich  $H$  zugeordneten Ausgangssignalen ist nicht erforderlich, da dies schon auf optischem Weg geschehen ist. Durch entsprechende Gestaltung der Lichtempfangsoptik ist es auch möglich, das dem Tastbereich  $T$  zugeordnete Summensignal oder beide Summensignale auf optischem Weg zu gewinnen (nicht dargestellt).

Mit dem erhaltenen Ausgangssignal werden Inhomogenitäten des Empfangsstrahlungsflusses kompensiert, die durch inhomogene Reflexionseigenschaften des detektierten Objekts bedingt sind. Bei dem dargestellten

Beispiel gelangt zwar im ersten Empfangssystem ein erhöhter Strahlungsfluß von dem stärker reflektierenden Abschnitt  $y_A$  des Gegenstands auf die dem Tastbereich zugeordneten Detektionszone  $E_{1T}$ , was für sich allein einen innerhalb des Tastbereichs  $T$  befindlichen Gegenstand vortäuschen könnte. Durch die umgekehrte Bildlage im zweiten Empfangssystem wird aber ein entsprechend erhöhter Strahlungsfluß auf die dem Hintergrundbereich zugeordnete, gemeinsame Detektionszone  $E_H$  geworfen, so daß sich der Fehler bei der Differenzbildung zur Gewinnung des Ausgangssignals gerade aufhebt. Durch Inhomogenitäten der Beleuchtung und einen nur teilweisen Eintritt eines Objekts in den Sendelichtstrahl bedingte Fehler werden in entsprechender Weise kompensiert. Der erfindungsgemäße Lichttaster zeichnet sich also durch eine sehr gute Objektdiskriminierung und Hintergrundausblendung aus. Sein Ausgangssignal hat einen scharf definierten Null durchgang genau bei der eingestellten Tastweite  $TW$  und zwar unabhängig von optischen Inhomogenitäten des Tastgutes und der Beleuchtung.

Das beschriebene Kompensationsprinzip erfordert zwei zur optischen Hauptachse  $x_0$  symmetrische Empfangssystemachsen  $x_1$ ,  $x_2$ , wobei letztere durch die Trennlinien zwischen dem Tastbereich  $T$  bzw. Hintergrundbereich  $H$  zugeordneten Detektionszonen  $E_{1T}$ ,  $E_H$ ,  $E_{2T}$  des lichtempfindlichen Elements 16 und den Scheitelpunkt eines Objektivs 14 der Lichtempfangssysteme definiert sind. Im Interesse eines räumlich kompakten Aufbaus sollten die Empfangssystemachsen  $x_1$ ,  $x_2$  möglichst dicht beieinander liegen.

Zur Einstellung der Tastweite  $TW$  wird die Lage des Dachkantspiegels 18 längs der Hauptsystemachse  $x_0$  verstellt, was eine Lageänderung der virtuellen Bilder der Detektionszonen  $E_{1T}$ ,  $E_H$ ,  $E_{2T}$  zur Folge hat. Die Lage der entworfenen Zwischenbilder ändert sich um eben den Betrag, um den der Dachkantspiegel 18 verstellt wird. Die Verstellung der Tastweite  $TW$  anhand des Dachkantspiegels 18 hat den Vorteil, daß nur ein passives optisches Element bewegt wird, während die optoelektronischen Bauteile des Lichtsenders 10, 12 und der Lichtempfangssysteme ortsfest bleiben. Ein weiterer Vorteil ist die räumlich dicht benachbarte Anordnung aller lichtempfindlichen Elemente und das Vorhandensein von nur drei Detektionszonen.

In einer weiteren, nicht näher illustrierten alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lichttasters findet als lichtempfindliches Element 16 ein ortsauflösender Fotodetektor, insbesondere ein Fotodiodearray, Verwendung. Dies bietet die Möglichkeit zum Ausbau des Gerätes von einem Lichttaster mit definierter Tastweite zu einem Abstandslichttaster, also zu einem Abstandsmeßgerät. Der Abstand des Tastgutes vom Taster wird über den Abstand der von den beiden Lichtempfangssystemen projizierten Rückbilder des Sendelichtflecks ermittelt.

Ein Vorteil dieses Systems liegt darin, daß weitgehend unabhängig von der Lichtfleckgröße, deren Homogenität und dem Reflexionsverhalten des Tastgutes gemessen wird. Im Gegensatz zu anderen Verfahren nach dem Triangulationsprinzip wird also die Meßgenauigkeit nicht durch die Lichtspotgröße bzw. die Intensitätsverteilung im Lichtspot begrenzt, sondern in erster Linie durch den Rasterabstand des Fotodiodenarray. Der Grund hierfür ist, daß zur Auswertung zwei kongruente Bilder vorhanden sind, und beispielsweise nur die Pixel des Fotodiodenarray zur Messung herangezogen werden, die innerhalb des jeweiligen Abbildes ein Maximum

an Intensität aufweisen.

Mit der größeren Unabhängigkeit des Meßergebnisses von der Lichtspotgröße am Fotodiodenarray gehen weitere Vorteile einher. Es besteht die Möglichkeit, als Lichtquelle eine Licht oder Infrarotstrahlung aussendende Leuchtdiode (LED, IRED) zu verwenden, und dabei einen Meßbereich und eine Auflösung zu gewährleisten, wie sie sonst nur mit einer Laserlichtquelle erreicht werden kann. Es ist ein geringer Einfluß der Tiefenschärfe für den Empfangsstrahlengang auf das Meßergebnis festzustellen, so daß eine große Tastweite erreicht wird. An die Abbildungsgüte der optischen Komponenten werden bei vergleichbarem Meßbereich und vergleichbarer Auflösung wesentlich geringere Ansprüche gestellt als bei herkömmlichen, nach dem Triangulationsverfahren arbeitenden Abstandslichttastern mit nur je einem Lichtsende- und Lichtempfangskanal.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Nummer:  
 Int. Cl.<sup>4</sup>:  
 Anmeldetag:  
 Offenlegungstag:

37 29 334  
 G 01 B 11/00  
 2. September 19  
 16. März 1989

3729334

